

# RANCANG BANGUN TENAGA LISTRIK HYBRID UNTUK SUPLAY BEBAN PENERANGAN UMUM TYPE LED

**Hasmiansyah P<sup>1</sup>, Ir. Yayahya Chusna Arief,  
MT<sup>2</sup>, Ir. Suryon, MT,<sup>3</sup>**

(1) Mahasiswa Jurusan Elektronika Industri,  
(2)(3) Dosen Pembimbing Program Diploma IV  
Lintas Jalur Jurusan Elektronika Industri  
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111  
Telp : (+62)-31-5947280, Fax : (+62)-31-  
5946114

## ABSTRACT

Energy demand in Indonesia on particular and generally in the world always continues to increase because the population, economy and energy consumption will be pattern. It would be requires the alternative energy in order to save the energy from the threat of scarcity (extinct). The capacity of solar cells used 50 watt-peak of 2 (two) in parallel with the intention of enlarging the output current. While the output voltage of the vertical windmill reach for + 13 Vdc. Both of the output voltage is stored at batteries 12 Vdc 10 AH. The output voltage of the vertical windmill and solar cell is able to provide 2 Ampere charging current to the batteries. Time of charging process carried out during 4-5 hours. The system is used to supply the load in street lamp with 5-9 Volt dc supply and total power is 18 Watt. Therefore, it required a Buck Converter.

**Key words:** Solar cell, Vertical Windmill, a series of Buck Converter, Accumulator.

## ABSTRAK

Kebutuhan energi di Indonesia pada khususnya dan umumnya di dunia terus meningkat karena penambahan penduduk, ekonomi, dan pola konsumsi energi. maka diperlukan energi-energi alternatif dalam rangka menyelamatkan energi dari ancaman kelangkaan (punah). Kapasitas sel surya yang

digunakan sebesar 50 watt-peak sebanyak 2 (dua) dipasang paralel dengan maksud memperbesar arus keluarannya. Sedangkan tegangan keluaran dari *vertical windmill* mencapai sebesar  $\pm 13$  Vdc. Tegangan keluaran keduanya disimpan pada baterai 12 Vdc 10 AH. Tegangan keluaran dari *vertical windmill* dan *solar cell* mampu memberikan arus pengisian sebesar 2 Ampere ke baterai. Proses pengisian baterai dilakukan selama 4 - 5 jam. Sistem ini digunakan untuk mensuplai beban berupa lampu penerangan jalan dengan tegangan suplai sebesar 5-9 Vdc dan daya total sebesar 18 Watt. Oleh karena itu, dibutuhkan rangkaian *Buck Converter*.

Kata kunci: *Solar cell*, *Vertical Windmill*, rangkaian *Buck Converter*, *Accumulator*.

## 1.1 LATAR BELAKANG

Kebutuhan energi di Indonesia dan di dunia terus meningkat karena penambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri yang senantiasa meningkat. Sedangkan energi fosil yang selama ini merupakan sumber energi utama seperti bahan bakar ketersediaannya sangat terbatas dan terus mengalami deplesi (*depletion*: kehabisan, menipis). Proses alam memerlukan waktu lama untuk dapat kembali menyediakan energi fosil, dan untuk masalah penerangan atau pencehayaan Sejak dimulainya peradaban hingga sekarang, manusia menciptakan cahaya hanya dari api, walaupun lebih banyak sumber panas daripada cahaya. Di abad ke 21 ini kita masih menggunakan prinsip yang sama dalam menghasilkan panas dan cahaya melalui lampu pijar. Hanya dalam beberapa dekade terakhir produk-produk penerangan menjadi lebih canggih dan beraneka ragam.

Hampir kebanyakan pengguna energi komersial dan industri peduli penghematan energi dalam sistem penerangan. Seringkali, penghematan energi yang cukup berarti dapat didapatkan dengan investasi yang minim dan masuk akal. Mengganti lampu uap merkuri atau sumber lampu pijar dengan logam halida atau *sodium* bertekanan tinggi akan menghasilkan pengurangan biaya energi dan meningkatkan jarak penglihatan. Memasang dan menggunakan kontrol foto, pengaturan waktu penerangan, dan sistem manajemen energi juga dapat memperoleh penghematan

yang luar biasa. Walau begitu, dalam beberapa kasus mungkin perlu mempertimbangkan modifikasi rancangan penerangan untuk mendapatkan penghematan energi yang dikehendaki. Penting untuk dimengerti bahwa lampu-lampu yang efisien, belum tentu merupakan sistim penerangan yang efisien.

Namun terkait dengan efisien, tentunya kita memilih bagaimana sebenarnya lampu yang memberikan penerangan bagus namun hemat. Hemat di sini tentunya harus tetap elegan untuk dinikmati. Pemanfaatan. Berbagai jenis lampu tentunya kita ketahui seperti lampu pijar, lampu neon, lampu LED dan lain-lain. Namun kalau diamati lampu pijar memiliki tingkat panas yang cukup tinggi, berarti mengambil daya listrik yang cukup banyak. Sedangkan neon dan LED memiliki tingkat menggunakan daya listrik cukup rendah.

Jika dengan membandingkan harga beli sepertinya memang lebih murah lampu pijar yang banyak beredar di masyarakat kita. Jika dibandingkan keduanya neon dan LED, tentunya LED lebih unggul dalam perhitungan penghematan. Tingkat lama bertahannya LED lebih lama karena terbuat dari *solid state component*, LED yang kecil-kecil namun menyatu menghasilkan cahaya, dibanding dengan lampu neon apalagi lampu pijar, sekali pecah sudah tidak mampu dipakai. Jika gas di dalam lampu tersebut habis sudah tidak bisa mengantarkan listrik yang menghasilkan cahaya. Kecepatan angin dapat dimanfaatkan untuk memutar poros kincir angin dan menggerakkan generator sehingga membangkitkan tegangan.

Pemanfaatan gerak dan panas matahari merupakan satu diantara sumber energi yang dapat di manfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Selain tersedia secara gratis pemanfaatan energi gerak dan matahari sebagai salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan manusia terhadap energi batubara, minyak bumi dan gas alam yang pada kenyataan sulit untuk diperbaharui.

## 1.2 Tujuan

Proyek Akhir ini bertujuan untuk membuat sistem tenaga listrik hybrid untuk suplay beban penerangan jalan umum type led sebagai energi alternatif yang terbaharukan untuk mensuplai lampu penerangan jalan dengan daya total sebesar 18 watt.

## 1.3 Perumusan Masalah.

1. Menentukan tegangan beban dan daya pada beban lampu led.
2. Menentukan tegangan keluaran dari kincir angin.
3. Menentukan berapa daya WP pada solar cell yang akan di gunakan di proyek akhir ini.
4. Dan pembuatan buck converter yang di gunakan untuk menurunkan tegangan hingga mendapatk sesuai kebutuhan tegangan beban (LED)

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah di proyek akhir ini adalah:

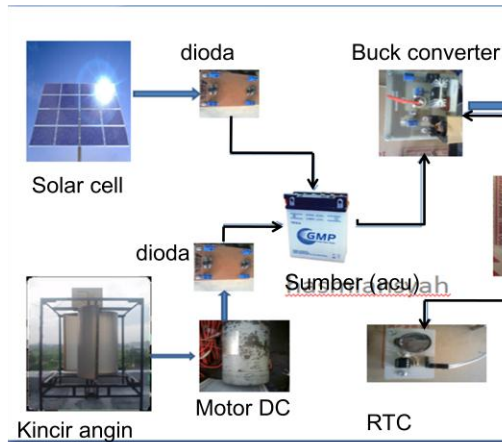
1. Pembangkit listrik berasal dari kincir angin dan solar cell.
2. Kontrol PWM dengan mikrokontroler ATmega16
3. Baterai yang digunakan bertegangan 12V/10Ah

## 1.5 Perancangan Sistem

Dalam pengerjaan Proyek Akhir ini diperlukan suatu metode untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk itu, penulis merencanakan suatu langkah-langkah yang dapat memaksimalkan dalam pelaksanaan pengerjaan Tugas Akhir ini. Rancangan metodologi proyek akhir yang akan dibuat sebagai berikut :

### 3.1. PERANCANGAN SISTIM

Dalam membangun sistem “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Hybrid Dengan Memanfaatkan Energi Matahari Dan Angin Untuk Sistem Penerangan jalan umum di daerah-daerah yang tidak terjangkau PLN” dibutuhkan beberapa bagian pendukung seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.



**Gambar3.1 Diagram blok**

Penjelasan secara umum dari block diagram sistim diatas adalah:

1. Pada blok kotak di atas adalah bagian yang berisi tentang hardware sebagai pembangkit untuk beban PJU yang menggunakan beban lampu led.
2. Fungsi dari mikrokontroler digunakan untuk control RTC dan PWM yang digunakan untuk pengaturan autput pengaturan buck konverter

### 3.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras

Perangkat keras ini dibuat suplay sistim dapat bekerja dengan baik, perangkat keras tersebut meliputi:

#### 3.2.1 Konverter buck

Pada sistem ini, konverter *buck* digunakan untuk menurunkan tegangan keluaran dari *horizontal windmill* yang bernilai sekitar 50V ke 14V. Penggunaan konverter *buck* ini karena tegangan keluaran dari *horizontal windmill* bersifat fluktuatif (selalu berubah) berdasarkan perubahan kemampuan angin untuk memutar generator DC yang terdapat pada *horizontal windmill*.

#### 3.2.2 Sel surya (Solar Cell)

Pada proyek akhir ini dipilih sel surya dengan spesifikasi daya maksimum 50W sebanyak 2 (dua) buah dipasang paralel. Hal ini dilakukan dengan maksud memperbesar arus keluaran dari sel surya (pasang paralel). Namun sebenarnya dalam perancangan secara teoritis dibutuhkan sel suryadengan kapasitas 50 WP. Perhitungan kapasitas ini berdasarkan kebutuhan dari pengisian baterai yang berkapasitas 10 Ah yang dipasang paralel.

Maka kapasitas sel surya yang dibutuhkan adalah :

$$P_{solar\ cell} = \frac{I\ charge . V\ solar\ cell}{t\ charge} = \frac{(2.5) . 19}{8} = 5.94\ WP$$

#### 3.2.3 Mikrokontroler ATMEGA16

Mikrokontroler adalah otak dari kerja keseluruhan sistem. Pada proyek akhir ini digunakan mikrokontroler jenis ATMEGA16 yang memiliki 4 port yang masing-masing 8 bit. Pada sistem ini mikrokontroler memproduksi sinyal PWM untuk *switching* konverter *buck-boost* dan konverter *buck* serta membaca tegangan yang dihasilkan untuk dijaga nilainya.

#### 3.2.4 RANGKAIAN TOTEMPOLE

Rangkaian *totem pole* digunakan sebagai kopling antara mikrokontroler dengan konverter DC-DC karena mikrokontroler tidak mampu mengendalikan konverter secara langsung. Sekaligus sebagai rangkaian pengaman untuk mikrokontroler jika terjadi masalah pada sisi konverter. Pada Tugas Akhir ini akan dibuat 2 (dua) buah rangkaian *Totem pole*, masing-masing untuk konverter *buck* dan konverter *buckboost*.

### 3.3 Mencari tegangan solar cell yang digunakan

- Diketahui beban sebesar 7 vol dan acu yang digunakan 12 V 10 AH
- Ditanya  
Sollar cell yang di gunakan?
- Jawab

$$\eta = 85\%$$

$$\eta = \frac{pout}{pin}$$

$$pin = \frac{po}{\eta} = \frac{18,75}{0,85} = 18,52 = 53w$$

- Asumsi pemakaian 12 jam

$$I = \frac{pin}{vaki} = \frac{15,75}{12} = 1,54a$$

Accu yang di gunakan 1,54.12

- $1,54 \times 6 = 9,24 AH = 10AH$
- Asumsi Pengelasan jam 9-14.00  
(5 jam)  $\frac{10}{5} = 2 A$

- Asumsi Rektifier 90% efisiensi

$$\eta = \frac{pout}{pin}$$

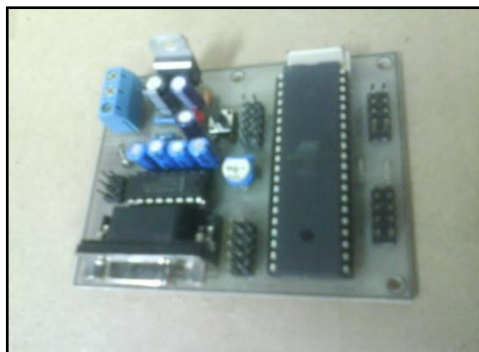
$$pin = \frac{po}{\eta} = \frac{V.I}{\eta} = \frac{14 \times 2}{0.9} = 31,1w$$

- Solar cell 50 wp

#### 4.1. PENGUJIAN MIKROKONTROLER

##### 4.1.1. Pengujian Port Mikrokontroler

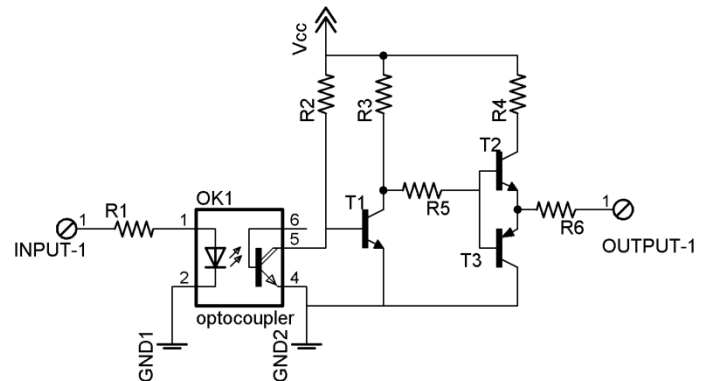
Pengujian pada port mikrokontroler dilakukan untuk mengetahui apakah mikrokontroler dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan memberikan logika- logika pada port melalui program dan mengeceknya dengan multimeter. Atau dengan cara yang mudah, yaitu dengan menguji port dengan memasang LCD, karena LCD menggunakan hampir semua bit pada port. Bentuk fisik minimum system AT MEGA16 terlihat seperti pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Minimum system ATMEGA 16

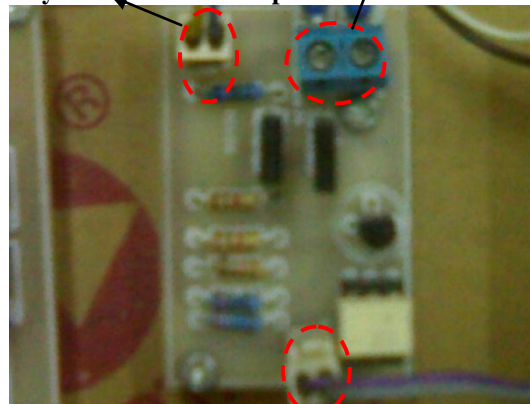
#### 4.2 Pengujian Rangkaian Totempole Dan Optocoupler

Rangkaian totempole dan optocoupler digunakan sebagai buffer sinyal input yang dihasilkan oleh mikrokontroler dan digunakan untuk mengendalikan converter. Gambar Rangkaian optocoupler dan totempole dipelihatkan pada gambar 4.2



**Gambar 4.2** Rangkaian Optocoupler Dan Totempole

VCC ± 12 Volt  
Sinyal Keluaran Totempole

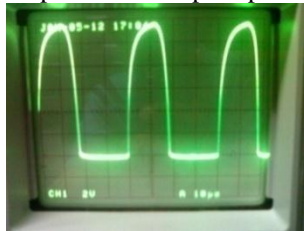


**Port Sinyal Input**

**Gambar 4.3** Bentuk Fisik Optocoupler Dan Totempole

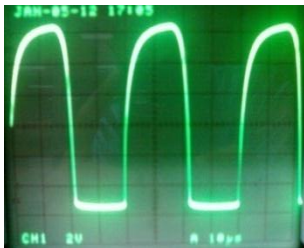
Pengujian rangkaian totempole digunakan untuk mengetahui kualitas sinyal yang keluar dari totempole apakah mampu mewakili sinyal input yang dihasilkan oleh mikrokontroler. Karena apabila terdapat perubahan duty cycle pada output totempole maka akan menyebabkan sulitnya kontroler bekerja. Sehingga kestabilan tegangan output yang dihasilkan oleh converter akan berkurang. Pada totempole yang disertai dengan bagian optocoupler dipasang aktif high, jadi duty cycle dari output totempole adalah sama dari input optocoupler karena pada bagian LED optocoupler di *drive* dengan aktif high. Hal ini berarti bahwa LED akan menyala saat input logika yang diberikan pada rangkaian bernilai

1 atau high. Gambar gelombang tegangan input-output rangkaian totempole dan opto coupler terlihat seperti pada Gambar 4.4.



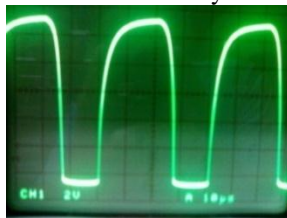
Volt/Div=2Volt  
Time/Div=10us

**Gambar 4.4** bentuk gelombang dengan duty cycle 50%



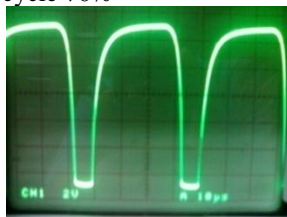
Volt/Div=2Volt  
Time/Div=10us

**Gambar 4.5** bentuk gelombang dengan duty cycle 60%



Volt/Div=2Volt  
Time/Div=10us

**Gambar 4.6** bentuk gelombang dengan duty cycle 70%



Volt/Div=2Volt  
Time/Div=10us

**Gambar 4.7** bentuk gelombang dengan duty cycle 80%

Pengamatan oscilloscope pada gambar 4.4, 4.5, 4.6, dan 4.7 menggunakan pengaturan Volt/div sebesar 0,2 V dan Time/div 10µs.

## Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perencanaan, pembuatan, pengujian alat, analisa, serta membandingkan dengan teori-teori penunjang, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Potensi angin di sekitar PENS-ITS kurang maksimal untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan metode *vertical windmill*. Karena kecepatannya yang sering berubah secara signifikan (kecepatan tertinggi untuk mendapatkan arus keluaran sebesar 1,75 A terjadi selama 10 detik dalam setiap menitnya) sehingga tidak dapat memutar kincir angin secara kontinyu.
2. Dari perhitungan yang di inginkan untuk menggunakan solar cell yang di butuhkan ,tapi yang sesuai di lapangan atau di sekitar kampus Di gedung D4 PENS tidak dapat memenuhi tegangan yang sesuai perhitungan .

## 5.2 Saran

Selama proses pembuatan proyek akhir ini tentunya tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan terutama pada peralatan yang telah dibuat. Saran dari penulis untuk dijadikan refrensi tahun berikutnya sehingga selalu ada pembenahan dan perbaikan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk melahirkan inovasi baru.

- 1.Desain dan pembuatan *vertical windmill* menggunakan bahan yang sangat ringan dan kuat serta rugi-rugi mekanik yang sangat kecil akan meningkatkan kecepatan kincir dan mampu menghasilkan daya yang sangat besar.
- 2.Desain untuk penggunaan solar cell supaya mendapatkan energi yang maksimal supaya mendapatkan yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1].Muhammad H Rasyid, "Rangkaian Elektronika Daya,Devices,dan Aplikasinya", Jakarta,1999.
- [2]. D.Petruzella, Frank , "Elektronik Industri", Andi, Yogyakarta, 2001.
- [3] Daniel W. Hart, "Introduction to Power Electronics," Prentice-Hall International, International Edition, 1997.

- [4] P.J. Randewijk, "Inductor Design," 2006.
- [6].Kadir Abdul, "ENERGI SUMBER DAYA, INOVASI, TENAGA LISTRIK DAN POTENSI EKONOMI" Edisi Kedu , cetakan pertama tahun Bab V Energi Angin, hal 216,1995 .
- [7].www.uoguelph.ca~antoon, B.J.G. Hamermaart 2000, Motorcycle Battery Charger, Translated by Tony Van Roon, August 2001.
- [8].NITTETSU ELEX CO., LTD.,NS Cycle Tester (Accumulator Charge and Discharge Test System), Japan.
- [9].Peter Keusch, Electrochemistry Lead Acid Battery (Model), University of Regensburg, <http://www.google.com>.
- [10].Jatmiko Adi M., "TEKNIK PEMAKAIAN BATTERY UNTUK MEMPERPANJANG MASA OPERASI SEPEDA MOTOR LISTRIK", Proyek Akhir 2006